ESSAI D'UNE ÉTUDE

N° 387

SUR LES

EAUX MINÉRALES

DANS LES DÉPARTEMENTS DE

LA LOIRE, DE LA HAUTE-LOIRE ET DE L'ALLIER

SYNTHÈSE

PRÉSENTÉE A L'ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE DE MONTPELLIER

le 2 août 1886,

PAR

Hector MALÈGUE

Né au Puy (Hte-Loire)

Étudiant en médecine
Préparateur de Physique à l'École supérieure de Pharmacie de Montpellier
Lauréat des Concours de fin d'année
(Mentions honorables et 1er prix médaille d'argent)
Ex-Interne des Hôpitaux de Montpellier
Ex-Pharmacien adjoint suppléant des hôpitaux de Lyon

Pour obtenir le grade de Pharmacien de 1re classe

MONTPELLIER
IMPRIMERIE CRISTIN, SERRE ET RICOME, RUE VIEILLE-INTENDANCE, 5
SERRE ET RICOME, SUCCESSEURS
1886

École Supérieure de Pharmacie de Montpellier.

PROFESSEURS

MM. J.E. DIACON (I. P. ✿), DIRECTEUR *Chimie générale.*

J.-E. PLANCHON ✲ ✠✠ (I. P.) *Histoire naturelle des médicaments.* / *Botanique.*

F. JEANJEAN (I. P. ✿)..... *Chimie analytique et Toxicologie*

L. SOUBEIRAN ✠✠✠✠..... *Pharmacie.*

A. IMBERT..... *Physique.*

COURS COMPLÉMENTAIRES

MM. MASSOL, chargé du cours..... *Minéralogie.*

COURCHET, chargé du cours... *Matière médicale.*

GAY, chargé du cours..... *Pharmacie chimique.*

B. CAUVY (I. P. ✿), professeur honoraire

AGRÉGÉS

MM. TH. MALOSSE ✠.

G. MASSOL.

L. COURCHET.

F. GAY.

Secrétaire : F.-J. BLAISE.

NOTA.— L'Ecole de pharmacie n'accepte la responsabilité d'aucune des opinions émises par les candidats, dans les Thèses ou Synthèses qui lui sont présentées.

A MON PÈRE ET A MA MÈRE

Souvenir de profonde reconnaissance.

A TOUS MES PARENTS

MEIS ET AMICIS

H. MALÈGUE.

A Monsieur le Dr Armand IMBERT

Professeur de Physique à l'École supérieure de Pharmacie de Montpellier

Son élève reconnaissant.

A Monsieur le Dr Léon SOUBEIRAN

Professeur de Pharmacologie

A tous mes Maîtres de l'École supérieure de Pharmacie de Montpellier

H. MALÈGUE.

A tous mes Maîtres de la Faculté de médecine de Montpellier

A tous mes chefs de service des Hôpitaux et Hospices de Montpellier

A tous mes Camarades d'Internat

« Quos olim meminisse juvabit »

H. MALÈGUE.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41553210_0085

INTRODUCTION.

Le sujet que nous nous proposons d'étudier aujourd'hui est trop vaste, et son étude exige des connaissances trop sérieuses pour que nous croyions devoir l'épuiser dans un travail aussi succinct que celui que nous soumettons à l'appréciation de nos juges.

Notre but est de résumer les idées que nous ont inspirées nos Maîtres, et de les fixer maintenant, afin qu'il nous soit permis de les développer et de les compléter par des études ultérieures.

Nous ignorons si nous réussirons dans notre travail, aussi nous empressons-nous, dès lors, de réclamer l'indulgence de nos Maîtres, dont la bienveillance à notre égard ne nous a jamais fait défaut.

Et d'abord, nous croirions manquer à un devoir de reconnaissance, si nous n'exprimions, ici même, tous les sentiments de gratitude que nous éprouvons pour les Maîtres qui nous ont appris les principes de leur science.

Qu'il nous soit permis d'adresser nos remerciements les mieux sentis et les plus sympathiques à M. le professeur Soubeiran, qui, avec sa bienveillance connue des élèves, a bien voulu nous confier tous les éléments qui pouvaient nous guider dans le cours de notre travail.

Qu'il nous soit également permis de remercier M. le professeur Imbert, dont nous sommes fier d'être l'élève direct, et qui nous a toujours témoigné les plus grandes sympathies.

En un mot, que tous nos Maîtres de l'École supérieure de Pharmacie de Montpellier reçoivent, à notre départ, l'expression de nos souvenirs et de notre reconnaissance.

Le plan que nous avons suivi dans cette étude est celui-ci :

Une première partie est consacrée à l'historique de la question.

Une deuxième partie, à la division des eaux minérales d'après leur origine.

Dans une troisième partie, nous passons en revue les principales sources des départements de la Loire, de la Haute-Loire et de l'Allier, et donnons quelques considérations sur la constitution géologique de ces départements.

Nous avons pu nous écarter quelque peu du plan que nous nous sommes imposé ; certains détails peuvent ne point occuper la place que nous leur désignons tout d'abord; mais, vu la difficulté du sujet et notre faible expérience, nous prions nos Juges de tenir compte de notre bon vouloir et d'être indulgents.

ESSAI D'UNE ÉTUDE

SUR LES EAUX MINÉRALES

DANS LES

départements de la Loire, de la Haute-Loire et de l'Allier

PREMIÈRE PARTIE.

HISTORIQUE.

Les études historiques ont pris aujourd'hui un tel développement qu'il nous est impossible de ne point donner un aperçu rapide sur ce qui regarde les eaux minérales à travers les âges.

En remontant à Hippocrate et à Galien, nous trouvons déjà diverses idées originales sur l'emploi des eaux.

Le Médecin de Pergame divise les hydrothérapistes en deux classes : *Hydrophyles* et *Hydrophobes*.

A leur tour les Hydrophyles étaient subdivisés en *Psychrophyles* et *Thermophyles*, et les Psychrophyles de leur côté étaient *Psychrolites*, *Psychropotes* ou *Psychropantes*.

Ce serait sans doute fastidieux de nous étendre sur ces

classifications, qui autrefois étaient fort à la mode et qui souvent tenaient lieu de savoir; nous préférons passer en revue les divers médecins qui ont légué leurs noms à des théories que nous apesantir sur des choses d'érudition.

Nous ne raconterons point tout le luxe des bains romains; les débris grandioses qui nous restent encore: ceux d'Auguste, de Domitien, de Titus sont des paroles monumentales qui n'ont pas besoin d'interprète. L'utile et l'agréable se trouvaient réunis partout, et aujourd'hui nos établissements thermaux, mêmes les plus magnifiques, ne sont que de faibles et pâles imitations de ceux que construisaient autrefois les conquérants romains.

On peut facilement se rendre compte de ce que nous avançons par l'examen de ce qui existe encore aujourd'hui par les peintures trouvées dans les bains de Titus, par les appareils découverts dans l'église de Sainte-Cécile à Rome, et les *Laconica* de Pise et de Wroxeter (1701).

Les thermes, au temps des empereurs en particulier, comprenaient six pièces principales : la première (*Spoliatorium*) était une sorte de vestiaire où étaient des employés (*Capsarii*), destinés à garder les vêtements qu'on déposait.

La seconde (*Sudatio* ou *Laconicum*) n'était autre chose qu'une étuve sèche de forme circulaire, garnie de gradins; le plafond était un dôme avec une baie destinée aux prises d'air. C'est là que le baigneur était soumis à l'influence de l'air chaud.

La troisième (*Caldarium* ou *Balneum*) comprenait deux bassins : l'un le *Labrum* peu profond, l'autre la *Piscina* où l'on pouvait nager. Quant aux personnes désireuses d'avoir des baignoires spéciales, elles pouvaient se procurer des *Solia* placés sur les côtés de la salle.

La quatrième était le *Frigidarium* où l'eau était refroidie par des appareils particuliers, et c'est là, dans une piscine

commune, que l'on se jetait durant quelques instants en sortant du *Caldarium*.

La cinquième, dont la température était peu élevée, avait pour nom *Tepidarium*. Dans cette pièce, on était soumis au râclage avec la *Strygil*, ou au massage et roulé dans des couvertures de laine pour provoquer la sueur et activer les réactions. Après une friction sèche, on passait dans la sixième pièce, l'*onctuarium*, destinée aux onctions parfumées.

Tel était le bain complet dans les stations balnéaires d'autrefois.

Il y avait des heures fixées par des lois pour se rendre aux piscines. Des cloches ou des trompettes en annonçaient l'ouverture, comme dit Martial : «*Sonnat œs thermarum.*»

Les poètes latins racontent à chaque page l'usage fréquent que l'on faisait alors des bains. C'est Horace qui se rend à Clusium pour se guérir d'une «névrose de l'estomac», c'est Lucilius qui conseille à un pauvre dyspeptique d'aller se retremper aux eaux de Sicile..... *Hic cruciatur fame Frigore, illevie, imbalnitie.....*

A Rome, les entrepreneurs de bains faisaient transporter dans de nombreux tonneaux des eaux minérales étrangères dont ils retiraient de sérieux bénéfices.

Mais ces bains avaient des règlements particuliers, et l'on ne pouvait guère en prendre que de 5 à 6 heures.

Ils étaient fréquentés surtout par des patriciens dont on connaît assez les mœurs licencieuses.

Martial et Juvénal décrivent assez ce qui se passait alors pour nous dispenser d'insister sur des détails particuliers.

Toutefois si les poètes conseillaient l'usage des eaux minérales comme distraction, les médecins agissaient autrement.

Celse recommande les eaux minérales en général dans tous les cas de fièvre : c'est, selon lui, une méthode rationnelle

et positive de curation, car elles provoquent la crise. (Celse, liv. 3, chap. IX).

Asclépiade exagéra les idées du précédent et fut cause des excès dans lesquels tombèrent un grand nombre de praticiens et *Musa* en particulier (V. D. Cassius, L. 3, 30).

Il eut des succès qui lui méritèrent une statue sur les bords du Tibre, à côté de celle d'Esculape; mais bientôt il tomba en discrédit et la cure d'Auguste ne put faire oublier la mort de Marcellus.

Dans ces temps, l'on admettait que les eaux refroidies agissaient d'une façon plus certaine qu'à l'état chaud, aussi l'on paradait dans les piscines comme aujourd'hui sur un joli cheval au milieu des promenades.

Sénèque (Épist. 53, 83), Pline (Hist. nat., L. 49, chap. IV et L. 29) racontent eux-mêmes leurs exploits.

Après Cœlius Aurelianus, Arétée, ces idées reprirent tout leur empire avec Oribase (quatrième siècle): Œtius (cinquième siècle); Alexandre de Tralles (sixième siècle); les Arabes (septième siècle et suivants); les écrivains de Salerne (onzième siècle) et de Montpellier (douzième siècle). Évidemment il y a bien quelques différences dans ces doctrines, mais Montpellier en particulier tint aux principes grecs, c'est-à-dire à Hippocrate: « *Olim Cous nunc Monspelliensis Hippocrates.* »

Les Arabes furent peut-être plus modérés dans l'usage des eaux minérales ; néanmoins Avicenne, Ali-Abbas et Rhazés recommandèrent les bains minéraux froids dans certaines maladies éruptives. Ils décrivent, avec soin, les diverses formes d'emploi: bains, douches, lotions, fomentations, frictions, gargarismes, injections, etc.

Pendant le moyen âge, les stations thermales furent laissées dans l'oubli, on dirait qu'une certaine nonchalance planait

sur les familles. Il faut arriver jusqu'au XVI[e] siècle pour revoir les eaux en vigueur. Les *Savonarola*, les *Montagnana*, les *Brassavola*, nous font connaître tout ce qui se passait alors au point de vue des mœurs et du traitement. Dernièrement encore, un savant professeur de l'École italienne. M. A. Corradi, dans un travail intéressant faisait connaître la façon dont usaient des eaux les hommes de la Renaissance.

Diverses théories furent émises durant le siècle de Léon X: *Monardès*, *Vallesius Mercatus*, *Pisanelli* et *Lusitanus* ont été par leurs écrits la cause de la plupart des abus qui peu à peu envahirent le pays.

En Portugal, en Espagne, en Italie, les charlatans s'emparèrent des idées nouvelles et prescrivirent les bains dans toutes les maladies. C'était une panacée universelle.

En France, on est plus circonspect; on s'attache à connaître les effets particuliers des eaux minérales. C'est ainsi, par exemple, que Catherine de Médicis chargeait Nicolaï de lui décrire le Bourbonnais et les sources minérales qui s'y trouvaient.

En même temps, Rondelet et Dorthoman mettaient en honneur les eaux oubliées de Balaruc, et Rabelais, notre grand rieur, conseillait à ses malades très précieux les eaux de Neris.

Vint le XVII[me] siècle, et avec lui les stations balnéaires commencèrent à reprendre entièrement leur vogue. On répare les édifices endommagés; les écoles étrangères et françaises accordent aux eaux des vertus spécifiques, et toutes les villes où se trouvent des thermes se voient envahies.

Fernel, à Paris; Joubert et Rivière, à Montpellier; Van der Heyden, à Gand; Bartholin et Ramazzini, en Italie; Simmler, en Allemagne; Platter en Suisse; Ximénès, en Espagne, n'ont qu'une voix pour chanter les bienfaits « des eaux qui viennent du sein de la terre et en ont tout le principe comme le lait maternel. »

L'hydrothérapie fut fort en vogue, et dans le XVIII^me^ siècle, elle commençait à remplacer les eaux minérales, surtout en Italie, grâce à la propagande de deux moines espagnols qui s'installèrent à Naples (*Metodo di usare dell acqua fredda*).

On se basait sur une philosophie mystique, on s'appuyait sur des passages évangéliques : *Spiritus Domini ferebatur super acquas.* Des esprits inconsciemment religieux se laissèrent persuader et sacrifièrent plus d'un malade à cette théorie, et il n'y a pas jusqu'à Roseti, Serdana et Valliesneri lui-même qui ne se laissèrent prendre à ces prédications. Avouons cependant que ce dernier médecin revint bientôt de ses erreurs, comme on peut le voir par son remarquable traité : « *Dell'uso et dell'abuso dell bevande e bagnature calde o fredde.* »

Après lui, la *Psychrothérapie* napolitaine empirique fut à son apogée, les eaux chaudes étaient bonnes pour toutes les maladies : variole, contusions, fièvres, ictère, cachexie, etc., tout était guéri radicalement.

Le système était déjà peu exclusif, et cependant Crescenzo le généralisa encore : « Toutes les eaux, chaudes ou froides, sont bonnes et utiles ; sachez vous en servir et les administrer à propos. » Voilà son principe.

Un capucin, Bernard des Castrogiana, suivit ses conseils et obtint à Malte, paraît-il, des cures merveilleuses.

Cirillo (1729), Lanzani (1717) furent de bons observateurs dans l'étude des eaux minérales, mais leurs paroles ne furent pas toujours écoutées.

A la fin du XVII^me^ siècle, l'Angleterre était envahie par les idées des thermothérapeutes et J. Floyer (1697) essaya en vain de mettre une limite à cette manie qui se répandait partout *(of the heat cold and temperate baths 1697 ; ancient psychrolusia revised 1702 ; medicina geromica.* Après lui, Baynaud, Smith, Hancocke, Kinneir sont unanimes à vanter « les eaux

thermales au dedans et au dehors dans la goutte et les névroses. »

De leur côté Whytt, Meat et Huxham règlent la façon et le mode d'emploi du système thermal dans les diverses formes de maladies.

Les Allemands aussi se mirent de la partie; Hoffmann donna le mouvement (*De aquâ universali medicinâ* 1712) et avec lui Schwerdtner *(aqua medicina fere universalis*, 1733), Sommer, Hahn (1737), Théden (1).

La France ne resta point en arrière. Noguez fit connaître des travaux étrangers, et Hecquet, avec toute sa thérapeutique, tombait dans l'oubli. Chose cependant singulière, le siècle de critique eut à Paris une foule de charlatans remarquables, parmi lesquels est Barbereau qui guérissait tout le monde avec son *Eau perpétuelle* et empêchait les malades d'aller opérer leurs cures dans les villes alors en vogue. Il eut un grand succès jusqu'au jour où l'on reconnut que son remède n'était autre chose que de l'eau de la Seine. On connaît assez les travaux de Lorry, de Pomme, de Marret, de Marteau, de Macquart pour nous dispenser d'en parler.

Nous ne dirons rien non plus des auteurs qui s'occupèrent des eaux minérales dans notre siècle, et dont la plupart sont nos contemporains. Aussi avons-nous hâte de rentrer plus pleinement dans notre sujet.

(1) Voyez: Krüger. Unzer, de Monetas (*eau froide dans les catarrhes*) en allemand; Ferro (*bains froids*) en allemand, Œrtel (*aquâ frigida celsiana*) etc.

DEUXIÈME PARTIE.

ORIGINE DES EAUX MINÉRALES.

Le globe terrestre renferme dans son intérieur un immense foyer, dont l'incessante activité nous est révélée par les éruptions volcaniques et par tous les phénomènes qui s'y rattachent.

Les phénomènes volcaniques se manifestent par une succession de paroxysmes ou d'éruptions, d'intensités d'ailleurs très diverses, qui amènent finalement à la surface du sol: des roches en fusion ou des laves, des matières volcaniques, de la vapeur d'eau, des gaz chlorhydrique, sulfhydrique, carbonique, des sels de soude, de fer, de cuivre.

Tout cela se dégage des volcans en activité, ou des laves qui s'en écoulent, ou des fissures qui les avoisinent, ou des sources thermales, et établit parfaitement l'existence d'une énergie intérieure, dont tous ces faits ne sont que la manifestation sensible. On voit dans les cratères et les laves des jets de vapeur qui, en se condensant, sont l'origine des sources thermales. Celles-ci proviennent, comme les émanations volcaniques elles-mêmes, d'une distillation ou d'une sublimation naturelle, dans laquelle la vapeur d'eau sert de véhicule aux substances entraînées. Ainsi ce qui se passe dans les eaux minérales se passe dans les volcans, et cette analogie les rattachant à la même cause permet de les regarder comme des volcans réduits à leur partie aqueuse.

Cette connexion évidente des sources thermales avec les

volcans a été signalée par Élie de Beaumont dans son admirable *Note sur les éruptions volcaniques et métallifères.*

Voici dans quels termes l'illustre géologue s'exprimait à cet égard (*Bulletin de la Société géologique de France*, 2e série, t. IV, 1847, p. 1272): «Les sources minérales sont généralement disposées par groupes, dans chacun desquels existent une ou plusieurs sources thermales principales, qui pourraient être considérées comme des volcans, privés de la faculté d'émettre aucun autre produit que des émanations gazeuses qui, dans le plus grand nombre des cas, n'arrivent à la surface que condensées en eau minérale ou thermale.

»Ces sources thermales principales sont généralement accompagnées d'autres sources moins chaudes, et ces dernières ne sont souvent que des eaux superficielles qui, après être descendues dans les fissures d'un terrain plus ou moins disloqué, remontent pénétrées d'une chaleur qu'elles ont empruntée au sol réchauffé par le foyer même de la source thermale principale, ou simplement imprégnées de la chaleur croissante avec la profondeur, que le sol possède partout; ces dernières ne sont en quelque sorte que des puits artésiens naturels.» C'est ainsi que les eaux chlorurées viennent, en grande partie au moins, d'eaux pluviales qui ont été en contact avec du sel gemme, ou des masses houillères chargées de sel marin. «C'est ainsi que, chargées de matériaux puisés à leur origine ou rencontrés dans leurs cours, et provenant elles-mêmes, ou de vapeurs profondes condensées ou de cours d'eaux souterrains, ou bien d'eaux superficielles infiltrées, les eaux minérales apparaissent à nos yeux.» (Ferdinand Rouget, *Indicateur des eaux minérales* 1873, p. 10).

L'origine profonde et la migration des eaux minérales rendent compte de quelques points de leur composition, des combinaisons variées qu'elles présentent, de quelques matériaux particuliers qu'elles empruntent à leur passage; c'est

à la compression énorme qu'elles subissent, qu'elles doivent de tenir en dissolution, des gaz qu'elles peuvent conserver encore au-delà de leur émission. Il faut donc distinguer, dans la théorie de la formation des eaux minérales, les principes minéraux dont elles sont chargées, et l'eau qui leur sert de véhicule.

C'est dans les profondeurs du sol que sont puisés les principes minéraux, soit dans les couches primitives d'où ils sortent pour ainsi dire tout faits, soit dans les terrains plus récents où ils sont comme ramassés au passage; c'est de la superficie que proviennent les eaux, eaux météorologiques, eaux de pluies, de source, etc.

Nous choisirons comme exemple de sources chaudes d'origine volcanique les sources thermales de Vichy, dont les plus chaudes viennent au jour avec des températures de 35 à 45 degrés centigrades, et qui s'alignent en groupes le long de fissures exactement parallèles, orientées à 107°. Ces cassures d'époque probablement ancienne paraissent être celles qui, dès la fin de la période miocène, ont livré passage au basalte (Voisin, *Ann. des mines*, 7e série, XVI, p. 488) non seulement aux environs de Vichy, mais encore près de Roanne. Les sources actuelles ne seraient donc que l'écho d'une activité éruptive autrefois beaucoup plus intense. (A. de Lapparent, Traité de géologie). L'acide carbonique existe dans ces eaux dans la proportion de 4 à 5 gr. par litre. Cette proportion relativement considérable doit être attribuée à l'influence d'un foyer volcanique voisin.

De même en est-il des dégagements d'acide carbonique, qu'on observe en bien des points sur les bords de l'Allier. Telles encore les sources de Saint-Allyre dans un faubourg de Clermont-Ferrand, dont la forte proportion d'acide carbonique leur permet de dissoudre une notable quantité de carbonate de chaux, dans la traversée des massifs calcaires

qu'elles rencontrent. Lorsque l'acide carbonique s'échappe, ce qui arrive en particulier quand elles tombent en cascades, le sel en dissolution se dépose avec le fer qui l'accompagne, et donne naissance à un tuf calcaire en relation avec les anciennes manifestations volcaniques de la contrée. Mais s'il est vrai que des sources peuvent se produire par l'intervention volcanique, lorsque les fentes de l'écorce terrestre sont en communication avec des foyers d'où se dégagent en même temps que de la vapeur d'eau suffisante pour produire l'élévation de température constatée, des gaz ou des dissolutions de matières minérales, il en est encore d'autres dont la température quoique notablement supérieure à celle du point où elles arrivent au jour, qui reconnaissent une autre origine que la présence d'un volcan, ou du moins ne paraissent pas être sous la dépendance visible de cette action; elles semblent être une manifestation paisible de la chaleur interne.

Leur sortie n'est pas accompagnée de dégagements plus ou moins tumultueux de gaz ou de vapeurs, et les substances minérales qu'elles renferment sont dues en majeure partie à la dissolution des roches traversées; cependant, dit M. A. de Lapparent, dans son *Traité de Géologie* 1883 (t. 1 p. 385), «nous n'affirmerons pas que la température de ces sources puisse s'expliquer uniquement par la profondeur à laquelle les infiltrations aurait été amenées. Il peut très bien se faire que bon nombre de ces sources thermominérales aient leur température notablement accrue par des dégagements de vapeur issus d'un foyer igné voisin. Aussi est-il assez difficile de tracer une ligne de démarcation entre ces deux ordres d'eaux minérales; les unes et les autres sont influencées par l'énergie calorifique du globe, et de même que les volcans s'alignent sur les grandes lignes de rupture de l'écorce terrestre, de même les sources thermales apparaissent dans des fissures en rapport étroit avec ces grandes lignes. »

Le caractère des sources minérales, d'origine non-volcanique, est d'arriver au jour, non à la jonction de deux couches, l'une perméable et l'autre imperméable, mais par des fentes de l'écorce terrestre. De cette façon ces fentes doivent être considérées comme des canaux par où s'épanchent au dehors des nappes inconnues, formées dans les cavités de l'écorce, par la réunion d'infiltrations auxquelles l'état fissuré du terrain a permis de pénétrer à de grandes profondeurs. Une particularité distinctive de cette classe d'eaux minérales est la constance de leur débit, en général indépendant des variations météorologiques. Aussi il est naturel de penser que des dégagements qui se montrent invariables dans leur composition, leur température et leur débit, soient rapportés à quelque chose d'aussi général que le grand fait de la chaleur intérieure, plutôt qu'à une action aussi intermittente et aussi capricieuse que l'action volcanique.

De plus, ce qui les rend particulièrement intéressantes au point de vue géologique, c'est l'action qu'elles exercent à la longue, au moins pour la plupart, sur les formations qu'elles traversent; ainsi il suffit quelquefois d'une eau thermale ne contenant que des sels neutres très communs pour donner naissance, sous des influences réductrices, à des substances cristallisées offrant par leur forme une identité frappante avec les minéraux des filons. Et ici il n'est point nécessaire, pour l'explication du fait, de faire appel ni à une grande pression, ni à une température élevée: la persistance des mêmes actions chimiques supplée dans ce cas à leur intensité.

Parmi les corps que renferment les eaux minérales, il en est de gazeux et de solides. Si nous les envisageons d'une manière générale, nous voyons qu'une partie d'entre eux se rencontrent dans le plus grand nombre des eaux, et ne sauraient servir à les caractériser, à moins cependant qu'ils ne viennent à y acquérir une prépondérance

manifeste ; d'autres, au contraire, n'existent que dans un certain nombre et, par suite, leur apportent une caractéristique plus formelle. Il en est enfin qui existent en proportion infinitésimale ou très faible, comme l'Iode, l'Arsenic, et quelques métaux plus rares encore, que même l'analyse chimique ne peut reconnaître que dans les dépôts.

Les procédés d'analyse ne retirent pas les corps des eaux minérales à l'état de composition, mais bien d'isolement. On reconstitue par le calcul les acides et les bases, puis les composés qu'on les suppose former ensemble.

Les corps simples qui entrent dans la composition des eaux minérales, thermales ou froides, sont les suivants :

Gaz. — Peu nombreux, oxygène, azote, matière organique azotée, acide crénique et apocrénique et quelquefois du gaz sulfhydrique.

Sels. — Les sels varient à l'infini suivant la nature d'une eau minérale donnée ; mais on peut cependant, au point de vue des éléments qui les constituent, les ranger en tenant compte des bases ou des acides que l'on rencontre très fréquemment, ou bien en les classant d'après la présence des sels plus rares qui n'existent qu'en quantités infinitésimales ; dans ce cas, c'est la base seule qui est rare, les acides restant toujours les mêmes.

On retrouve fréquemment :

Les sels de sodium, à l'état de bi-carbonate, sulfate, sulfure, sulfhydrate, chlorure, bromure, iodure.

Les sels de potassium, sous les formes analogues, mais en proportion moindre.

Les sels de chaux, à l'état de carbonate, sulfate, chlorure, bromure, iodure.

Les sels de magnésie, à l'état de chlorure, sulfate, carbonate, bromure.

Les sels de fer, à l'état de carbonate, sulfate, crénate et apocrénate.

Acides. — Quant aux acides qui se retrouvent le plus fréquemment, nous citerons les acides carbonique, sulfurique et sulfureux, sulfhydrique, borique, nitrique, fluorhydrique, chlorhydrique, bromhydrique, iodhydrique, phosphorique, arsénique et arsénieux, silicique.

A part les acides sulfurique et chlorhydrique, signalés dans plusieurs sources thermales, et les acides carbonique, silicique et sulfhydrique, qui se rencontrent aussi à l'état de liberté dans un grand nombre de sources, tous les autres acides existent en combinaison avec les bases alcalines terreuses, et avec les oxydes métalliques. La proportion de ces acides est excessivement variable. Ceux qui minéralisent le plus souvent les eaux minérales sont: les acides carbonique, sulfurique, chlorhydrique, sulfhydrique et silicique; quant aux autres, l'analyse se contente le plus souvent d'en signaler la présence.

Les acides et les bases les plus communes que nons venons de mentionner ne sont point l'apanage exclusif des eaux minérales. La plupart des eaux dites douces les renferment en proportion quelconque. Les eaux minérales les puisent au besoin dans les parties du sol qu'elles traversent, et auxqu'elles les eaux douces les empruntent elles-mêmes, et souvent les contiennent en proportion bien moindre que ces dernières.

La nature des substances minérales et autres contenues dans les eaux qui jaillissent du sol, a été l'objet d'observations sérieuses des chimistes de tous les temps, ainsi qu'on peut s'en assurer en remontant très haut dans l'histoire de l'hydrologie. Les procédés d'analyse, longtemps bornés aux

suppositions les plus étranges et basés sur des réactions dont les résultats étaient entâchés d'erreurs graves, ont subi depuis quelques années une transformation complète.

Les chimistes anciens concluaient à l'existence des sels dissous dans les eaux, les chimistes modernes, Berzélius, Gay-Lussac, Muray et H. Rose, ont mis hors de doute que l'action de la chaleur sur une dissolution de plusieurs sels, et partant sur les eaux minérales, avait pour effet d'intervertir l'ordre de combinaison des divers acides et des oxydes. Telle eau minérale, par exemple, qui renferme à l'origine du sulfate de magnésium et du chlorure de sodium, peut donner, par suite de la volatilisation partielle ou complète du véhicule qui les contient, du chlorure de magnésium et du sulfate de sodium.

La composition chimique des eaux minérales est sujette à nombreuses variations qui s'expliquent surtout: 1° par les changements de direction que les sources éprouvent lorsque leurs canaux viennent à s'obstruer; les eaux se chargent ou se débarrassent ainsi d'une certaine proportion de sels minéraux que l'analyse y décèle; 2° par l'intervention des sources d'eaux douces avoisinantes et des eaux pluviales qui, tout en atténuant d'autant le degré de minéralisation, changent plus ou moins la nature des eaux minérales qu'elles rencontrent dans les couches superficielles ou profondes de la terre.

L'élévation et l'abaissement de la température ambiante, se faisant sentir, comme on sait, à des profondeurs variables du sol, suivant la nature du terrain, ont encore pour effet de retarder ou de hâter la décomposition de quelques-uns des sels dissous.

La constitution chimique des eaux minérales, avons-nous dit, est très complexe; il en résulte que les corps chimiques qui existent dans les eaux s'y trouvent, par suite de leur combinaison réciproque à l'état de sels, sauf quelques rares ex-

ceptions; parmi ces sels, il n'est pas difficile d'en trouver qui prédominent. La détermination de la substance saline prédominante sert actuellement de base à la classification des eaux minérales.

La classification chimique, malgré ses imperfections, est la seule possible. La température des eaux, qualité secondaire et variable, ne forme pas un critérium suffisant.

La minéralisation non plus, car le degré ne prouve rien pour l'activité thérapeutique. Les bases prédominantes, et se combinant avec les acides principaux que nous avons déjà mentionnés, sont: la soude, la chaux, la magnésie, le manganèse et le fer. Ce sont elles qui déterminent les divisions des classes que Durand Fardel établit ainsi :

1re Classe: *Eaux sulfurées.*
1re Division : eaux sulfurées sodiques.
2e Division : eaux sulfurées calciques.

2e Classe: *Eaux chlorurées.*
1re Division : eaux chlorurées sodiques simples.
2e Division: eaux chlorurées sulfureuses.
3e Division : eaux chlorurées bicarbonatées.
4e Division : eaux chlorurées sulfatées.

3e Classe: *Eaux bicarbonatées.*
1re Division: eaux bicarbonatées, sodiques, calciques, mixtes.
2e Division: eaux bicarbonatées chlorurées.
3e Division : eaux bicarbonatées sulfatées.
4e Division: eaux bicarbonatées, sulfatées et chlorurées.
Appendices : eaux acidules gazeuses.

4e Classe : *Eaux sulfatées.*
1re Division: eaux sulfatées sodiques.

2e Division : eaux sulfatées calciques.
3e Division : eaux sulfatées mixtes.
4e Division : eaux sulfatées magnésiennes.

5e Classe : *Eaux indéterminées, indifférentes.*
1re Division : eaux thermales simples.
2e Division, eaux faiblement minéralisées.

6e Classe : *Eaux ferrugineuses.*
1re Division : eaux ferrugineuses bicarbonatées.
2e Division : eaux ferrugineuses sulfatées.
3e Division : eaux ferrugineuses magnésiennes.

L'acide sulfurique prédomine dans les eaux sulfurées; l'acide chlorhydrique, dans les eaux chlorurées; l'acide carbonique, dans les eaux bicarbonatées; l'acide sulfurique, dans les eaux sulfatées; et les oxydes de fer dans les eaux ferrugineuses.

La caractéristique due à la prédominance du principe qui fixe la classe ou la division, a généralement une signification médicale déterminée par elle-même, autrement dit, elle entraîne avec elle un ensemble de conditions auxquelles se rattache une série d'applications médicales.

Les eaux minérales à prédominance sodique, sont celles qui représentent les caractères les plus tranchés et les plus actifs de ces classes. La coexistence des bases sodiques et des bases terreuses, dans certaines eaux minérales, a créé la division d'eaux mixtes pour ces eaux minérales dont les bases sont de même sodiques et terreuses.

Les eaux minérales sodiques, à l'état de bicarbonatées, sont celles que nous nous proposons d'étudier dans trois départements où la nature les a distribuées d'une main si généreuse : ce sont les départements de l'Allier, de la Loire

et de la Haute-Loire. A part quelques exceptions, les sources qui sortent de ces terrains déversent des principes minéraux analogues.

Ces sources sont en effet alignées en groupes, le long de fissures exactement parallèles, et sont en relation ou avec des roches d'origine ignée, visibles ou non à la surface du sol, ou appartiennent à de grandes fractures de terrains de sédiment, qui se seraient produites presque en même temps.

La constitution géologique de cette région peut seule suffire à expliquer quels chemins ont pu suivre ces eaux pour venir de pareilles profondeurs émerger à la surface de la terre.

Les soulèvements considérables et les affaissements partiels qui ont tourmenté ces contrées ont produit, d'après le Dr Boucomont (*Eaux minérales d'Auvergne*, p. 17), sur son écorce granitique des dislocations nombreuses ; les épanchements de roches fondues ou à demi pâteuses, comme les basaltes et les trachytes, les projections de scories et de cendres, tous les phénomènes violents, résultant de l'activité des volcans qui couvrent ces contrées ; les ébranlements causés par les violents tremblements de terre qui ont dû se produire ; le retrait qu'a dû opérer le refroidissement sur des masses rocheuses, sortant de la terre à une température élevée, sont autant de causes qui s'offrent à la pensée pour expliquer les nombreuses fissures qui doivent sillonner le sol de ces contrées jusqu'à des profondeurs énormes, tous faits qui se sont accomplis dans le même temps.

C'est à la réduction des principes minéraux, dont étaient chargées certaines de ces eaux, réduction accomplie lentement dans les terrains qu'elles traversent, que sont dus les dépôts de métaux qui constituent les filons métallifères, exploités avec profit de nos jours.

Ces fissures ou ces failles varient dans leur forme, car

elles ont pu se produire dans des conditions différentes; mais leur direction est généralement parallèle, ce qui ferait croire à des éruptions synchroniques et orientées à peu près du Nord au Sud. Cette grande activité éruptive a commencé à l'époque aquitanienne pour finir à l'époque quaternaire, c'est dans ces départements qu'elle s'est surtout concentrée.

Les sources dont nous nous occupons émergent au pied des montagnes qu'ont fait naître ces soulèvements : leur thermalité et la qualité des substances dissoutes plaident en faveur de cette hypothèse, que des sources qui déversent des principes minéraux analogues sortent de terrains de même nature. Les variations, néanmoins, que présentent quelques sources au point de vue de la température, du débit et de la composition, ont pour cause le mélange des eaux ascendantes avec les nappes d'infiltration de la surface.

Elles reconnaissent, en général, une origine porphyrique commune, aussi se présentent-elles chacune avec une thermalité indiquant la profondeur de leur origine, et une composition révélant la nature des terrains qu'elles ont traversés.

«L'acide carbonique et les matières salines qui accompagnent ces eaux, dit Lecoq, ont fait admettre qu'elles viennent de grandes profondeurs et qu'elles sont dues à la condensation des vapeurs qui peuvent, sans se liquéfier, arriver très près du globe à une température bien supérieure à l'eau bouillante. Plusieurs des substances qu'elles renferment peuvent avoir été entraînées par la vapeur, puisque nous produisons des effets semblables dans nos laboratoires.»

Outre ces sources provenant des fissures qui séparent la roche plutonique des terrains primitifs, ou allignées suivant ces failles granitiques qui, près de la couche superficielle du globe, rencontrent des obstacles qui les arrêtent et les divisent; certaines proviennent du terrain tertiaire. Ces dernières

sont dès lors froides, peu abondantes, non gazeuses, faiblement chargées de principes salins et si elles ne renfermaient un peu de fer et d'hydrogène sulfuré (provenant de la réduction des sulfates), elles mériteraient à peine le nom d'eaux minérales. De ce nombre sont quelques sources, plus employées comme boisson agréable que comme agent thérapeutique.

Pour les terrains anciens d'où émergent les sources thermales de la région que nous étudions, il paraît établi, d'après Gruner (*Géologie de la Loire*, p. 80), que les granites éruptifs proprement dits appartiennent tous à une période unique, d'une certaine durée, malgré certaines différences minéralogiques plus ou moins importantes ; que tous ces granits constituent un ensemble de zones ou bandes parallèles allongées du NNE au SSO, suivant le grand axe du plâteau central de la France (de Carcassonne à Semur),

Que les éruptions granitiques du plateau central correspondent à l'origine de la période siluvienne, c'est-à-dire au système de *Longmynd*, et qu'il faut attribuer à la sortie du granite l'orientation normale du terrain de gneiss et le métamorphisme si prononcé des roches schisteuses anciennes,

Que les pegmatites et les roches congénères sont postérieuses aux granites proprement dits, et qu'elles semblent dirigées de l'Est à l'Ouest.

En nous limitant aux seuls départements dont nous avons parlé, nous trouvons (1) que l'épanchement volcanique le plus ancien du Vivarais est le basalte des Coirons (Ardèche), dont les tufs sont contemporains du *Pliocène* supérieur à Hipparium. A la suite se place une grande éruption synchronique de celle du Cantal. Mais tandis que le central éruptif du Mont-Dore est caractérisé principalement par les trachytes, et celui du Cantal par les andésites et les phonolithes dans le

(1) A. de Lapparent, p. 1151.

massif du Velay et du Vivarais, on voit les phonolithes prédominer, le long d'une grande ligne de fracture orientée à peu près du Nord au Sud, et allant du Mézenc et du Gerbier des joncs jusqu'au Puy-de-Miaumes et au Gerbison. La première de ces montagnes et les autres sommets voisins ne sont que des lambeaux découpés dans une nappe de phonolithe, recouvrant directement le granite. Aux phonolithes du Velay sont associés des trachytes, sans scories, ni conglomérats, et ces roches épanchées par des fissures ont pris une structure grossièrement prismatique.

La période phonolithique est suivie dans cette région par une seconde phase éruptive, essentiellement basaltique, avec projection de scories et formation de conglomérats. Les basaltes sont le plus souvent en nappes horizontales ou légèrement inclinées et affectent une division en prismes à cinq ou six pans, qui est remarquablement caractérisée, près du Puy, dans les célèbres orgues d'Espaly, ou colonnades de la Croix-de-Paille.

A Montredon, le basalte compact recouvre des graviers quaternaires à ossements de rhinocéros, superposés à des sables pliocènes, en partie formés d'éléments volcaniques, et supporte lui-même une couche de cailloux anguleux avec ossements de cheval. On peut d'ailleurs constater que les épanchements volcaniques ont trouvé les vallées de la région dans des états très divers.

Les conglomérats et les tufs du Velay sont entièrement formés de lapili, de scories et de cendres, ultérieurement agglomérés.

C'est par des conglomérats bréchiformes avec fragments à arêtes vives et filons de basaltes francs, que sont constitués les célèbres rochers Corneille et Saint-Michel au Puy. Les tufs de la région renferment, les uns : des ossements plio-

cènes; les autres: des fossiles quaternaires. C'est dans l'un d'eux qu'a été trouvé le squelette humain de la Denise.

Les roches cristallines et éruptives présentent, dans le Beaujolais et le Morvan, une disposition très frappante en zones parallèles. Cette disposition est la conséquence des plissements O. S.-O. E. N.-E., qui ont affecté la contrée.

Le dépôt des premières couches permiennes du Morvan, a été signalé par la sortie, en d'innombrables fractures de roches trappéennes (minettes de quelques auteurs) ou porphyrites micacées de M. Michel Lévy.

Dans le Beaujolais, comme dans le Morvan, des minettes, analogues à la roche nommée Fraidronite dans la Lozère et des porphyres micacés, passant au mélaphyre, percent les assises houillères.

Les bords du Morvan ont été, à partir de la fin du Keuper le théâtre d'abondantes émissions calcédonieuses. La série de ces émissions anciennes est close par de grands filons de barytine, fluorine, hallyosite, galène, oligiste, pyrite et carbonate de cuivre, attestant la liaison intime de ces épanchements avec le phénomène des filons métallifères.

De même, la série des émissions anciennes du Beaujolais est close par de grands filons de quartz, avec fluorine et barytine, qui remplissent des failles importantes et sont d'âge triasique et biasique.

Quant aux terrains de transition, ils consistent en formations carbonifères, dans l'étendue du massif central.

Postérieurement au terrain houiller, il a paru dans certaines parties du plateau central, (la Creuse et le Morvan, par exemple) un troisième porphyre, l'Eurite quartzifère, qui court sensiblement du Sud au Nord.

Chacun de ces porphyres, comme aussi les granites et les pegmatites, ont provoqué la formation de filons quartzeux

spéciaux, mais la plupart de ces filons, ceux qui renferment de la galène, sont d'un âge plus récent.

Quant aux terrains secondaires et tertiaires, il résulte, toujours d'après Gruner, que la lisière Nord du plateau central a dû s'affaisser lentement depuis l'origine de la période jurassique jusqu'à la fin du dépôt des argiles à jaspes.

A partir de ce moment, le sous-sol ancien se soulève graduellement pendant tout le reste de la période secondaire.

A dater de la période tertiaire, le plateau central s'abaisse de nouveau jusqu'à la fin de l'époque miocène. L'origine de l'époque pliocène est marquée par un dernier relèvement général du centre de la France.

Le terrain tertiaire lacustre des bassins de la Loire et de l'Allier se compose de trois parties dont l'altitude et l'extension horizontale s'accroissent de bas en haut, tandis que leur puissance varie en sens inverse. La constitution géologique de la région que nous étudions étant un peu connue, examinons quelle est sa constitution hydrominérale.

Les eaux que nous rencontrons dans les départements de l'Allier, de la Loire et de la Haute-Loire, sont pour la plupart, des eaux sodiques bicarbonatées. Celles de l'Allier surtout sont thermales, leur chaleur ne peut être attribuée qu'à l'influence d'un foyer volcanique voisin, que la constitution du terrain suffit seule à établir.

Parmi les sources du département de l'Allier, nous nous bornerons à l'examen de celles de Vichy seulement, non pas que les autres sources ne soient tout aussi intéressantes à connaître, mais c'est que le nombre en est trop varié et que leur composition se rapporte à celle des eaux de Vichy, à quelques exceptions près.

TROISIÈME PARTIE.

I. — Département de l'Allier.— Ses principales sources.

Nous n'avons point la prétention de faire connaître les eaux de Vichy. Elles ont attiré l'attention des médecins de toute époque; les documents abondent sur ce sujet; de nombreuses monographies locales ont paru qui traitent diversement la question; nous ne comptons pas les résumer et les synthétiser. Nous nous contenterons d'exposer les quelques connaissances que nous possédons à ce sujet. Nous nous intéressons à leur étude eu égard à une véritable analogie que nous revèle la constitution du terrain avec les sources de deux départements voisins: la Loire et la Haute-Loire.

Vichy situé à l'extrémité sud du département de l'Allier est assis sur la droite de l'Allier, à l'entrée de la Limagne. C'est une ville aussi intéressante par ses souvenirs historiques et le riant aspect des campagnes environnantes que par l'importance médicale de ses sources. Elles viennent au jour avec les températures de 35 à 45 degrès centigrades, et s'alignent en groupes le long des fissures exactement parallèles.

L'acide carbonique existe dans ces eaux dans la proportion de 4 à 5 gr. par litre. Les alcalis forment environ 2 gr. 6. On constate encore la présence des acides sulfurique, chlorhydrique, phosphorique et arsénique, avec de la silice, des terres alcalines, du fer et des traces d'acide borique.

Les sources de Vichy ont donné lieu à d'abondants dépôts

de travertin concrétionné. Le plus remarquable est celui qui forme le rocher des Célestins et qui est encore parcouru par de nombreuses sources chaudes ascendantes.

Ce rocher, composé de feuillets verticaux de calcite ou d'aragonite, constitue, selon M. Voisin, la crête d'un véritable filon d'incrustation, dont les veines successives ont été déposées par les eaux thermales elles-mêmes dans la position qu'elles occupent aujourd'hui (1). (A. de Lapparent, p. 487).

Les unes viennent des profondeurs par des cassures traversant toute la croûte et formant de véritables cheminées naturelles; ce sont les eaux les plus chaudes. Les autres de la même façon répandent leurs eaux dans des couches perméables lacustres. Il se produit ainsi des nappes horizontales. Ces cassures assez nombreuses ont, d'après Murchison, une ligne de direction SSE à NNO, parallèle à l'Allier et contemporaine des domites, trachytes et premiers basaltes.

A la cassure des Célestins correspondent les sources naturelles des *Célestins*, la nappe du *Puits Lardy* et la nappe des *Longues-Vignes*. A la cassure de l'Hôpital, la source de l'*Hôpital* et les quelques petites sources avoisinantes.

A la cassure du *puits carré*, le *puits carré*, la *grande grille*, la source *Prunelle*, la source *Lucas*, et la nappe du *Puits du Parc*.

A la cassure du *moutin des Couteliers*, les sources de *Cusset*, excepté *Lafayette* et *Mesdames* (H. Voisin 1879).

Certaines cassures, à direction E17°S, coïncident avec le soulèvement des Pyrénées et lui sont parallèles. Elles ont donné lieu à des phénomènes geysériens auprès de Vichy, Cusset, Hauterive, puis ont diminué d'intensité; quelques-unes, comme celles du moulin des Couteliers, n'ont plus

(1) M. Soubeiran, Leçons orales d'hydrologie,

d'émanations extérieures. Elles doivent continuer sans doute à alimenter des nappes *souterraines*.

Les eaux de Vichy étaient connues et utilisées avant l'invasion Romaine, ainsi que l'attestent des figurines en bronze et des monnaies des Arvernes, trouvées dans les fouilles pratiquées à Vichy.

Les noms de *vicus calidus*, puis d'*aquæ calidæ* dont fut gratifié Vichy, prouvent également que les Romains ont fréquenté les thermes de cette ville. On peut même juger des connaissances hydrologiques de ce peuple conquérant, en étudiant les ruines qui restent encore dans la plupart des stations thermales importantes du département.

La chute de l'empire romain entraîna la ruine de bon nombre de ces édifices précieux, et la réputation des eaux de Vichy resta, pendant tout le moyen âge, plongée dans l'oubli le plus profond, jusqu'au jour où fut construit, en 1787, le premier établissement thermal, par les soins de Mesdames Adélaïde et Victoire de France. A partir de ce moment, Vichy n'a cessé de s'améliorer et de se tenir au niveau des nouvelles exigences par des augmentations et des perfectionnements constants.

Le mode d'action des eaux de Vichy est complexe: en général, on peut résumer ainsi leurs effets:

Et d'abord leur action chimique:

Celle-ci consiste dans la dissolution de l'enduit cutané, dans des propriétés anti-acides se manifestent surtout dans la bouche, dans l'estomac et dans les voies urinaires.

Leur action physiologique consiste principalement dans:

Une stimulation générale, ressentie particulièrement par le tégument externe et les organes abdominaux;

Des effets toniques, succédant à cette stimulation;

Une augmentation des sécrétions, notamment des sécrétions cutanée, gastrique, biliaire et rénale;

Une régularisation et suractivité des fonctions de nutrition.

Tel est le tableau classique des effets produits par les diverses sources de Vichy qui résument d'une manière complète les applications des eaux de la classe à laquelle elles appartiennent.

Elles ont une composition à peu près identique sauf quelques-unes, que l'addition d'une proportion notable de fer permet de ranger à part sous la dénomination de sources ferrugineuses de Vichy.

Depuis longtemps déjà elles étaient prises, dans la grande majorité des cas, simultanément en bains et en boissons; mais on a compris depuis quelques années que l'influence des divers agents balnéothérapiques était propre à ajouter des ressources importantes aux propriétés médicamenteuses très effectives de ces eaux. Aussi cette partie auxiliaire de la médication a-t-elle reçu depuis lors un grand développement.

Les sources de Vichy sont au nombre de vingt; onze appartiennent au domaine public et neuf à des particuliers. Les sources domaniales sont: les sources naturelles de la *Grande Grille*, ainsi nommée parce qu'elle est entourée d'une grille de fer. De *Chomel*, de *Lucas*, *de l'Hôpital*, des *Célestins* (anciens), des *Célestins* (nouveaux), des *puits artésiens du Parc*, de *Vesse*, de *Mesdames* et d'*Hauterive*.

Les sources particulières sont: les sources minérales naturelles de *Saint-Yorre* et *Prunelle*, appartenant à M. Larbaud, Saint-Yorre, pharmacien à Vichy; les puits artésiens de *Lardy;* des *Longues-Vignes;* de *Cusset*, *Elisabeth* et *Sainte-Marie*, *Abattoir* et *Tracy*.

Comme l'indique l'énumération qui précède, les sources minérales du bassin de Vichy se divisent en deux grandes classes : 1° sources naturelles ; 2° puits artésiens. Les premières venaient, de temps immémorial, jaillir ou suinter à la

surface du sol, et ont pu être captées à l'aide de travaux, toujours très considérables, exécutés à ciel ouvert à leur issue naturelle de la roche solide. Les secondes sont le résultat de forages plus ou moins profonds, leur température est tiède.

Toutes ces sources diverses ont une composition à peu près identique, due à leur commune origine. Cette identité de composition entraîne avec elle l'identité de leurs propriétés médicales.

De plus, ce qui frappe tout d'abord, c'est la fixité de cette composition, son invariabilité. Elle a toujours été et sera, si nous en croyons les auteurs les plus autorisés, M. Bouquet notamment, ce qu'elle est aujourd'hui.

Le degré d'intégrité de composition des eaux de Vichy tient principalement à la présence de l'acide carbonique, en quantité suffisante.

Dans certaines sources, ce gaz vient éclater en grosses bulles à la surface, et en imposerait pour une véritable ébullition, si l'on ne savait que ce phénomène est dû à un dégagement gazeux. La richesse de ces eaux en gaz acide carbonique leur assure une conservation parfaite, et en permet le transport. Leur haute minéralisation en fait de vrais médicaments, dont il ne conviendrait pas d'abuser, si elles n'étaient prescrites par ordre de médecins.

L'analyse des eaux de Vichy a été très anciennement faite. MM. Raulin, Desbrest, Malouet et Mossier l'ont publiée tour à tour. Nous indiquerons celles qu'a données le bureau d'essai de l'école des Mines.

Eaux minérales de Vichy : Date de l'analyse, 14 mai 1852

	Hôpital	Grande-Grille	Petit-Puits	Acacias	Brosson	Célestins	Enclos des Célestins
Résidu fixe par litre..	»	»	»	»	»	»	»
On a dosé par litre d'eau:							
Acide carbonique.....	3.797	3 925	4.188	4.361	4.602	4.654	5.354
Acide chlorhydrique ..	0 324	0 334	0 334	0.324	0 344	0.334	0.334
Acide sulfurique.....	0.164	0.164	0.164	0.164	0.177	0.164	0.177
Silice.....	0.050	0 070	0.070	0.050	0.055	0.060	0.065
Oxyde de fer..	traces	traces	traces	traces	traces	traces	0 010
Chaux..	0 225	0 171	0.168	0.215	0.242	0.183	0.279
Magnésie	0.064	0.087	0.108	0.088	0.068	0.105	0.076
Potasse.....	0 228	0 182	0.192	0 146	0.151	0.163	0.273
Soude	2.500	2.488	2 536	2 501	2 500	2.560	2.486
Arsenic.....	tr. faibl.	tr. faibl.	tr. faibl.	tr. faibl.	tr. faibl.	tr. faibl.	tr. faibl.
Acide phosphorique...	0.025	0.075	0.038	0.038	0 076	0.050	0.044
Total.....	7.377	7.496	7.798	7.887	8.215	8.273	9.098

L'identité de composition des sources minérales de Vichy, nous rend compte de l'analogie de leurs applications médicales, et permet de ranger en trois groupes bien déterminés les maladies que l'on traite à Vichy.

1° Les gastralgies, les gastrites chroniques, les aigreurs d'estomac, les nausées, les vomissements, les digestions lentes, pénibles et laborieuses, les engorgements du foie, de la rate et des viscères abdominaux.

2° Les affections des voies urinaires, comme la gravelle, les calculs d'acide urique ou de phosphate ammoniaco-magnésien, le diabète, le catarrhe vésical, la paralysie de la vessie, l'incontinence d'urine, la chlorose.

3° Enfin, les rhumatismes goutteux, articulaires, la goutte et la sciatique.

Les *sources artésiennes* ont une composition sensiblement différente et ne sont pas, par suite, susceptibles d'être employées dans les mêmes cas.

Les sources artésiennes, que la sonde est allée chercher à une profondeur variant entre 105 et 150 mètres, sont plus ou moins tièdes; du fer natif ou accidentel s'y trouve en quantité plus grande que dans les sources naturelles. Celles-ci doivent leurs propriétés médicales à leur composition alcaline et gazeuse, tandis que les autres ont une spécialité d'action que l'on ne saurait méconnaître.

Bien que semblables de composition, les eaux de Vichy, prises sur place, ont néanmoins des applications pour ainsi dire spéciales à chacune d'elles, et dont on doit tenir compte dans leur emploi.

Mais lorsqu'il s'agit de ces eaux transportées, les principes qui doivent présider à leur administration sont tout autres que si le malade les prend à la source même. Leurs propriétés sont, en effet, bien moins marquées qu'aux sources.

Néanmoins, les sources athermales ou froides peuvent

supporter d'être exportées dans de meilleures conditions que les sources hyperthermales.

Quant au mode d'emploi des eaux de Vichy, transportées, il consiste à prendre la dose prescrite par le médecin. A jeûn, les eaux de Vichy se boivent pures ; aux repas, mélangées avec le vin, dans la proportion environ d'un quart ou d'un tiers d'eau minérale pour trois-quarts de vin pur, ou déjà coupé d'eau ordinaire. La décomposition qui s'opère au moment du mélange de l'eau de Vichy avec le vin n'a rien de contraire à son action. La partie acide du vin déplace avec effervescence l'acide carbonique du bicarbonate de soude et produit du tartrate double de potasse et de soude qui, dans l'économie, se convertit en bicarbonate de potasse et de soude.

Nous ne parlerons pas des eaux minérales artificielles de Vichy ou eaux factices, produites avec une simple dissolution de bicarbonate de soude. Ces eaux artificielles agissent comme simple dissolution alcaline ou gazeuse et n'ont aucun rapport, aucune analogie avec l'eau naturelle. Elles ne doivent jamais lui être substituées.

Telles sont en peu de mots les eaux de Vichy. Les autres eaux du même département présentent une même analogie de composition et d'applications médicales, au moins en tant qu'elles doivent leur existence aux failles parallèles qui se rencontrent à la base des montagnes orientées dans la direction NE.-SO.

Ces eaux appartienent à la classe des eaux alcalines bicarbonatées sodiques, et sont le plus généralement thermales.

Nous citerons encore au passage les eaux de Bourbon l'Archambault dont la source thermale émerge d'un îlot de roches cristallines. Cet îlot, bien qu'il soit entouré de toutes parts par des assises appartenant à la formation du grès bigarré, se trouve dans la dépendance manifeste du plateau

central de la France, à une distance d'à peu près 20 kilomètres du rebord du plateau, vers le nord. Cette eau rentre donc dans la catégorie des nombreuses sources disposées à la périphérie des montagnes du centre de la France. D'après M. l'ingénieur en chef de Gouvenain, qui a fait une étude spéciale du gisement et de la composition de la source de Bourbon l'Archambault, « la roche encaissante est un gneiss formé de quartz, de feldspath blanc et de mica bronzé. Toutefois au voisinage immédiat de la fissure d'où la source émerge, celle-ci change de caractère, elle passe à une pegmatite avec nombreuses veinules de spath fluor violet.

»L'allure filonienne de la source de Bourbon l'Archambault est manifeste. Les parois de la fissure où elle prend naissance sont en effet constituées par une brèche peu consistante, principalement formée de grains de quartz hyalin blanc et de quelques rares paillettes de mica. Elle contient probablement, à l'état de débris, quelques fragments de galène et de la strontiane sulfatée blanche, nettement cristallisée. Cette roche n'est autre que le dépôt produit par la source thermale antérieurement à la période actuelle.

»La source de Bourbon l'Archambault est captée sur le gneiss dans une enceinte dont la base, de construction romaine, a servi de fondement à la voûte dont Gaston d'Orléans fit recouvrir cette citerne. Elle charrie du sable quartzeux et feldspathique qui s'accumule au fond du réservoir.» (Bourbon l'Archambault, eaux minérales, par le Dr P. Regnault. 1886.)

Lorsque l'eau arrive au contact de l'air et se trouve dégagée de la pression à laquelle elle était soumise dans ses conduits souterrains, elle abandonne une grande quantité d'acide carbonique qu'elle contenait en excès, et les carbonates tenus en dissolution à l'aide de cet excès de gaz se déposent ; ils revêtent ainsi d'une couche incrustante les

conduits dans lesquels l'eau circule. Ces couches d'un aspect ondulé et légèrement mamelonnées sont constituées par des carbonates de chaux, de fer et de manganèse.

Dans le réservoir de la source, où l'eau se renouvelle sans cesse chaude et à l'air libre, elle laisse déposer au fond et sur les parois un épais tapis d'une belle couleur verte, à laquelle elle doit son aspect verdâtre. Cet enduit est formé de conferves, au nombre desquelles il faut citer surtout le *Nostock thermalis*, quelques oscillaires, des zygnemées. Cet enduit glaireux communique aux eaux de Bourbon leur onctuosité qui joue certainement un rôle dans leur action sédative et calmante.

Chaude, l'eau est inodore. Par le refroidissement, elle acquiert une odeur hépatique très prononcée.

Ses applications thérapeutiques sont en rapport avec sa composition élémentaire.

Cette eau appartenant à la classe des eaux chlorurées sodiques, bicarbonatées, iodo-bromurées, son action s'adressera particulièrement aux différentes espèces de paralysie, au rhumatisme, à la scrofule, au lymphatisme, aux névralgies, aux affections syphilitiques, et enfin aux affections chirurgicales.

Au sud-ouest de Bourbon-l'Archambault surgit à 200 mèt. de la source thermale, la source ferrugineuse de Jonas. Température = 11°.

A 15 kilomètres de Bourbon, émerge d'un sol argilo-siliceux, l'eau ferrugineuse silicatée gazeuse de Saint-Pardoux. Enfin, à très petite distance de cette dernière source, vient jaillir une eau qui a, sous tous les rapports, beaucoup d'analogie avec celle de Saint-Pardoux : c'est l'*eau bicarbonatée sulfureuse de La Trollière.*

Néris.— Les sources de Néris appartiennent encore au même

groupe d'eaux bicarbonatées sodiques, variétés mixtes. Elles contiennent en effet des bicarbonates de chaux, de soude, de potasse, des chlorures, des fluorures, des silicates et une matière organique très abondante: les Conferves, sorte d'algues de la famille des Confervoïdes, qui se développent dans l'eau à 48 ou 50 degrés centigrades. Nous ne pouvons entrer ici dans de grands développements sur cette plante; nous nous contenterons de dire que c'est à la présence des conferves et des silicates que les eaux de Néris, à l'instar des eaux de Bourbon, doivent cette consistance douce, savonneuse, onctueuse au toucher, que les malades constatent des leur premier bain.

Il est assez difficile d'expliquer d'une manière satisfaisante le mode d'action des eaux minérales naturelles de Néris.

Ces eaux, d'après le Dr Pidoux, réunissent les propriétés des toniques et des calmants: « elles s'adressent surtout à cet état morbide particulier de l'organisme si commun chez les rhumatisants et les névropathes: l'irritabilité extrême et la faiblesse. »

Il nous serait trop long d'énumérer toutes les autres sources du même département qui se rattachent au groupe des eaux alcalines bicarbonatées sodiques. Il est un fait digne de remarque, c'est que le département de l'Allier offre à lui seul la majeure partie des eaux qui se rangent sous la dénomination que nous venons d'indiquer. Son terrain en est imprégné, et il suffit d'un forage, exécuté en n'importe quel point de sa surface, pour voir sourdre immédiatement un filet d'eau de volume variable.

Mais tout à côté de ces mêmes eaux nous devons signaler un groupe de sources minérales naturelles de composition tout autre, c'est-à-dire dans lesquelles les éléments minéralisateurs ne sont plus les sels de soude, mais bien les sels de chaux. Ces eaux ne se trouvent plus alignées suivant des failles

parallèles, mais à l'issue de cassures qui se sont produites dans des terrains modernes, et orientées suivant des lignes de direction perpendiculaires ou transversales à celles que possède l'axe des montagnes qui limitent les vallées du Forez, du Vivarais et du Velay, du Morvan et du Beaujolais.

Telles sont sur le cours de l'Allier, les failles qui livrent passage à la rivière du Sichon et de la Dore, qui parties de l'Allier, viennent rejoindre en direction presque perpendiculaire les monts du Forez. Telles sont, d'un autre côté, sur la Loire, les ouvertures par lesquelles s'échappent la rivière de l'Auzon et de l'Aix, qui se dirigent presque parallèlement au Sichon et à la Dore.

Ici, c'est une autre cause qui a agi dans la production des eaux minérales qui se trouvent placées sur le cours de ces ruisseaux; aussi leur minéralisation se ressent-elle surtout des terrains que rencontrent ces eaux sur leur passage.

Ces dernières sont froides, peu abondantes, faiblement chargées de principes salins et de gaz acide carbonique.

Les eaux qui sortent des terrains anciens et de transition ont dans le département de la Loire, comme dans celui de l'Allier, de nombreux représentants, et leur nombre est excédant à celui des eaux qui proviennent des terrains tertiaires.

Dans le département de la Loire, en particulier, les eaux minérales appartiennent la plupart, comme les filons quartzeux et baryto-quartzeux, soit aux failles NO—SE du système du Morvan, soit aux lignes éruptives N15°O du porphyre quartzifère, ou bien encore à diverses fentes qui semblent provenir de l'action combinée des porphyres quartzifères et du système de soulèvement NO—SE. Aux failles NO—SE correspondent les sources de Sail-sous-Couzan, Montbrison et Moingt, au pied de la chaîne du Forez, aux lignes éruptives du porphyre, les eaux de Sail-les-Château-Morand,

Saint-Alban et Salt-en-Douzy, sur la lisière occidentale des montagnes du Beaujolais ; à l'action combinée des porphyres et du système NO—SE les sources de Saint-Priest-la-Roche, Duivon, Verrières et Juré, dans le défilé que suit la Loire au travers du plateau de Neulize.

Enfin, une dernière source et la plus importante de toutes, celle de Saint-Galmier, sort de la faille qui borne du côté du Forez le massif granitique du Beaujolais.

Avant de passer en revue ces différentes sources, disons un mot sur la configuration extérieure du département de la Loire.

II. — Département de la Loire.

Le département de la Loire formé de l'ancienne province du Forez et de quelques communes du Beaujolais et du Lyonnais est compris entre les 45°20' et 46°30' de latitude boréale et les 1°20' et 2°25' de longitude orientale du méridien de Paris. Les limites sont: à l'est, les départements du Rhône et de l'Isère.

Au sud, ceux de l'Ardèche et de la Haute-Loire; à l'ouest, le Puy-de-Dôme et l'Allier; au nord, le département de Saône-et-Loire.

Placé sur le versant septentrional du plateau central de la France, il appartient presque en entier au bassin du fleuve dont il porte le nom. La Loire le parcourt dans sa plus grande longueur, du sud au nord. Il se divise en trois régions distinctes : les montagnes qui forment les flancs de la grande vallée ; les plateaux qui forment les défilés du fleuve ; les plaines ou bassins plats.

Les montagnes se partagent elles-mêmes en trois massifs différents : les montagnes du Forez, la chaîne du Pilat et le

groupe du Beaujolais. La première isole, à l'ouest, le bassin de la Loire de celui de l'Allier; le second sert, au sud, de ligne de partage aux eaux de la Loire et du Rhône; le troisième continue cette même ligne de faîte, à l'est, entre la Loire et la Saône (Grüner, Géologie de la Loire).

Rappelons brièvement les grandes lignes de direction, qui se manifestent dans le relief du sol, et rangeons les dans l'ordre de leur formation successive: 1° la plus ancienne ligne de soulèvement est celle des vallons et crêtes, N. 15° à 30° E. Elle se montre dans les montagnes du Forez, la chaîne du Pilat, le groupe du Beaujolais et la région granitique du plateau Stéphanois.

C'est de tous les alignements celui qui caractérise spécialement le terrain de gneiss.

2° Viennent ensuite les quelques rides et vallées, E. 12° à 15° S. sur O. 12° à 15° N., qui paraissent avoir été produites par l'éruption du porphyre granitoïde, et qui ont imprimé au calcaire carbonifère son allure tout à fait spéciale.

3° Peu après, le soulèvement E. 25° N. a spécialement affecté le gneiss à anthracite et semble avoir entr'ouvert, en même temps, dans les terrains plus anciens, les bassins houillers de Saint-Etienne, de Saône-et-Loire et de Sainte-Foy-l'Argentière.

Ce système de direction paraît le résultat d'un mouvement tantôt lent, tantôt saccadé, qui embrasse toute la deuxième moitié de la période carbonifère depuis les premières éruptions du porphyre granitoïde, qui correspond à l'origine du grès à anthracite (Millstongrit), jusqu'à la fin du terrain houiller proprement dit.

4° Après le dépôt du grès à anthracite ont surgi, parallèlement à l'axe N. 15° O., les nombreux chaînons porphyriques du Beaujolais et de la Madeleine, et la crête culminante du plateau de Neulize.

5° Uu mouvement subséquent plus général a engendré les chaînons N. 50° O. des montagnes du Forez, et les principaux vallons et coteaux du plateau de Neulize.

6° En dernier lieu, a paru le système du Pilat N. 55° E., qui se manifeste non seulement dans les chaînons et les vallons du Pilat proprement dit, mais encore dans les ondulations du plateau de Saint-Etienne et dans plusieurs crêtes de la partie méridionale du Beaujolais.

7° Enfin, à une époque plus récente ont surgi les cônes basaltiques qui paraissent alignés du Sud au Nord.

Les terrains les plus répandus appartiennent aux époques azoïques et paléozoïques inférieures.

L'époque paléozoïque supérieure est représentée par le terrain carbonifère et deux classes de porphyres.

Les terrains secondaires sont peu développés. Le terrain tertiaire moyen et les alluvions représentent l'époque moderne.

Sources de la Loire.

Passons rapidement en revue les différentes sources en commençant par celles qui sont d'origine porphyrique.

Les eaux de Sail-les-Château-Morand sont les seules du département de la Loire qui soient véritablement thermales, car celles du Salt-en-Douzy sont à peine tièdes. Elles sont situées au fond du petit vallon de Sail, à 5 kilomètres au NE de Saint-Martin d'Estréaux et au pied des derniers contreforts du chaînon porphyrique de Saint-Haon et Ambierle.

C'est en quelque sorte le pendant de Vichy, situé au pied du revers opposé du même chaînon.

Les eaux de Sail-les-Château-Morand sourdent directement du porphyre quartzifère, là où cette roche s'enfonce sous les sables et argiles tertiaires de la plaine de Roanne.

Leur niveau ne dépasse guère celui du petit ruisseau qui arrose le fond du vallon de Sail.

Le nom de Sail (*salio*, je jaillis) prouve que ces eaux furent utilisées dès la domination romaine. Les constructions et les monnaies romaines découvertes en nettoyantles sources l'attestent hautement. On les visitait encore au moyen-âge et jusque vers le XVI^e^ ou XVII^e^ siècle, mais depuis lors elles ont été peu à peu négligées, sauf par quelques habitants du voisinage.

Planque, dans sa bibliothèque choisie de Médecine (1753, t. IV), la mentionne en ces termes:

«L'eau de Sail est limpide et agréable à boire, n'ayant aucune saveur; elle avait été prise au printemps : étant évaporée elle a laissé peu de résidu grisâtre, feuilleté, de saveur nitreuse et lixiable. Ce peu de sel avait du rapport avec le vrai nitre.

»Une portion de cette substance non dessalée, ayant été mise au feu dans un creuset, s'est fondue et est devenue bleue comme le sel de tartre longtemps tenu en fusion.»

On compte cinq sources à Sail-les-Château-Morand. Leur température et leur composition sont uniformes. Température = + 32°.

En général, elles sont peu chargées en gaz acide carbonique et en matières salines. Elles laissent parfois dégager de l'hydrogène sulfuré dû à la réduction des sulfates et déposent une matière verte ou blanchâtre, composée surtout de silice gélatineuse.

Leur saveur est fade et alcalescente. La faible proportion d'éléments salins qu'elles renferment permettait, avant la construction du nouvel établissement, aux poissons et aux grenouilles d'y continuer leur existense. La végétation elle-même n'est point atteinte sur le parcours des eaux.

Les trois principales sources sont comprises dans un es-

pace de moins de 50 mètres de rayon. Cette circonstance jointe à l'uniformité de leur température et de leur composition, établit clairement une région commune. Les faibles différences tiennent à la diversité des voies par lesquelles les eaux arrivent à la surface du sol.

Parmi ces eaux, l'une est ferroso-sulfureuse, l'autre sulfureuse, une autre ferrugineuse, deux autres alcalines silicatées. Elles s'adressent aux affections scrofuleuses et rhumatismales ainsi qu'aux maladies cutanées.

Saint-Alban. — L'eau minérale de Saint-Alban naît au pied oriental du chaînon phorphyrique de Saint-Haon, d'une fente séparant le grès à anthracite du porphyre quartzifère, au point où le vallon de Saint-Alban débouche dans la plaine de Roanne.

On la voit s'échapper d'une sorte de fente qui isole sur ce point le grès à anthracite du porphyre quartzifère. On y distingue trois sources différentes, mais au fond, c'est une seule source divisée en trois branches, comprises dans un même cours de 20 mètres.

Les eaux sont presque froides, fortement chargées en acide carbonique libre qui s'échappe en bouillonnant avec force. Elles se font remarquer par une forte proportion de bicarbonate de magnésie jointe à du bicarbonate de soude. La saveur d'abord piquante est ensuite alcaline et faiblement amère. Le point d'émergence est à 1 mètre 50 au-dessus du niveau de Saint-Alban et la profondeur des puits d'environ 6 mètres.

Le volume des eaux est égal à 27 litres par minutes et ne varie pas avec les saisons. Celui de l'acide carbonique est égal à 45 litres par minute et augmente sensiblement lorsque la pression diminue ou lorsqu'on épuise les eaux du puits.

On rencontre sur le parcours des eaux, un dépôt d'oxyde de fer, de la silice et des matières organiques. On les administre surtout en boissons, rarement en bains. C'est à Saint-

Alban que fut institué le premier traitement par les douches de gaz acide carbonique mêlées de vapeur d'eau.

Un profit accessoire des sources est le recueillement du gaz acide carbonique dans un gazomètre, d'où on l'extrait à l'aide d'une pompe pour la fabrication des eaux gazeuses artificielles.

Les affections que l'on traite avec succès par l'administration des eaux de Saint Alban, sont: les maladies cutanées, les engorgements serofuleux, l'âge critique des femmes.

Leur minéralisation les rapproche des eaux de Pyrmont, Ripoldsau, Bruckenaü. Aussi peuvent-elles leur être substituées.

Salt-en-Douzy. — L'eau de Salt-en-Douzy appartient encore aux sources du système porphyrique. Elle sort du pied des côteaux granitiques de Parmissières et de Haute-Rivoire, au point où le massif central est coupé par un culot du porphyre quartzifère, et s'abaisse sous les sables tertiaires de la plaine du Forez. L'eau est tiède, peu chargée en acide carbonique, à saveur presque nulle, bien que légèrement alcalescente. Elle n'a pas été captée, aussi se mêle-t-elle à l'eau de rivière par infiltration; il en résulte une diminution de ses principes salins et un abaissement de température.

Sources du système des fractures NO-SE.

Sail-sous-Couzan.— L'eau de Sail-sous-Couzan est la plus importante parmi celles qui doivent leur origine aux failles NO-SE. Elle sort de la grande fracture de la vallée de l'Auzon, le long de laquelle le granite des montagnes du Forez fut soulevé au-delà du niveau du grès anthracifère.

Au lieu d'eaux silicéo-plombeuses et barytiques qui longtemps ont dû parcourir cette puissante fente, il ne s'en échappe plus maintenant qu'une eau froide (+13°C), alcalino-saline, fortement chargée en acide carbonique.

La source de Fontfort est située au village même de Sail, elle jaillit à gros bouillons des bords du Chagnon, petit ruisseau qui joint le Lignon à quelques cents mètres en avant de Sail; le débit de l'eau est de 15 litres par minute.

D'autres sources plus faibles s'élèvent du lit même de la rivière jusqu'à une distance assez grande du Sail.

L'eau de Sail est plus saline que celle de Saint-Alban, mais moins chargée en alcalins: elle laisse dégager moins de gaz, ses propriétés sont également moins énergiques.

Le granite porphyroïde d'où jaillit l'eau est à base d'albite; il contient du mica, du feldspath modifié et amorphe, de la pyrite de fer injectée. Au voisinage existent des filons de galène et du sulfate de baryte disséminé.

L'eau laisse déposer une substance ocreuse, composée de fer, de chaux et de silice; elle s'adresse surtout aux affections de la vessie et des voies urinaires.

Montbrison et Moingt.— L'eau de Montbrison est bicarbonatée sodique ferrugineuse. Elle paraît sortir des argiles à la base des granites et des porphyres ; elle a une grande ana-

logie de composition avec l'eau de Moingt et paraît avoir la même origine.

Au pied de la chaîne du Forez (1), entre Montbrison et Moingt, on voit jaillir trois sources minérales plus fortement chargées de principes alcalins qu'aucune de celles dont nous venons de faire mention. Elles paraissent correspondre à la grande fracture N.-O. S.-E., que parcourt le Vizezy, en avant de Montbrison, parallèlement au chaînon de Pierre-sur-Antre. L'une des sources est située sur les bords du Vizezy, aux portes de Montbrison, on la connaît sous le nom de *Fontfort*. A 1,500 mètres de là, aux portes de Moingt, se trouve la deuxième source appelée aujourd'hui *fontaine de Moingt*, jadis désignée sous les noms de *fontaine des Ladres* ou de *fontaine de l'Hôpital*.

Enfin, à 100 mètres plus loin, près d'un ancien temple jadis dédié à Cérès, on voit une troisième source d'apparence ocreuse, dont les eaux ne peuvent librement s'écouler en raison de l'élévation des murs du puits.

L'eau de Montbrison a 13 degrés de température, débite 18 litres par minute et renferme plus de bicarbonate de soude que Saint-Alban, aussi est-elle plus énergique, bien que contenant moins de gaz carbonique. On n'y a trouvé ni iode, ni brôme, ni matières organiques.

L'eau de Moingt débite 12 litres par minute, et laisse un résidu de 3 gr. 57 par litre.

Elle est plus riche en carbonates alcalins que Saint-Alban, mais renferme moins de gaz carbonique libre.

(1) Gruner : *Géologie de la Loire.*

Sources qui se rattachent à la fois aux filons porphyriques et aux failles NO-SE.

Saint-Priest-la-Roche. — L'eau de Saint-Priest-la-Roche sort des bords d'un puissant dyke de porphyre quartzifère à grands cristaux qui a brisé et redressé le grès à anthracite suivant l'alignement *h* 8, sans modifier le grès.

La source est située à peu de mètres des bords de la Loire, là où ce fleuve coule le long d'une faille NO-SE.

L'eau est froide, peu abondante, peu chargée en gaz carbonique, et dépose du fer en plus grande quantité que Saint-Alban, qu'elle rappelle d'ailleurs par son goût. Elle est peu importante et à peine utilisée par les gens même du pays, son débit est égal à 20 litres par minute.

A quelques mètres de la Fontfort, en 1843, on rencontra une source de même espèce ou plutôt l'une des branches de la source mère : c'est la source André.

En 1845, Badoit en découvre une troisième, dite depuis source Badoit.

En réalité, les trois sources ont la même origine, et si Fontfort est un peu moins chargée de principes salins, cela tient évidemment à l'infiltration d'eaux douces voisines.

Les trois sources sont froides, limpides, faiblement alcalines, avec un premier avant goût piquant, dû au gaz carbouique. Le gaz s'en échappe avec abondance, et les eaux conservées dans des bouteilles closes laissent encore dégager des bulles, lorsqu'on les débouche. Ces eaux facilitent la digestion et augmentent d'une manière notable la sécrétion urinaire.

Elles étaient connues des Romains qui désignaient la ville sous le nom d'*Urbs aquæ segestæ* (ville des moissonneurs).

Les principaux éléments salins sont: le bicarbonate de soude, de chaux, de magnésie, de fer, de strontiane, de manganèse; celui de chaux prédomine. Des chlorures de sodium, de manganèse et de fer; quelques phosphates solubles, de l'alumine, de la silice, de l'oxyde de fer, et des traces de matières organiques, ainsi que de la lithine en quantité appréciable s'y trouvent aussi.

MM. Diacon et Moitessier y ont signalé de la baryte et de la strontiane.

Duivon.—Une source analogue à celle de Saint-Priest-de-la-Roche existe à Duivon, commune de Cremeaux, dans le massif porphyrique compris entre les deux failles NO-SE que parcourent l'Aix et l'Ysable. Elle est située à un quart de lieue du village des Molières, un peu au-dessous du bois Duivon, dans le fond d'une combe qui descend vers le Traulon. Comme la précédente, elle sort du grès anthracitifère, en suivant le bord d'un filon porphyrique. La source est alcalino-gazeuse, ayant le goût de celle de Saint-Alban, mais moins riche en gaz carbonique; elle dépose une matière blanche gélatineuse qui doit principalement se composer de silice; la source n'est point exploitée.

D'autres sources analogues se rencontrent dans la vallée même de l'Aix, sur le passage de la faille NO-SE, à laquelle ce vallon doit son existence. La notice sur les eaux minérales du département de la Loire, qui a été publiée dans l'annuaire départemental de 1845, en cite quatre à Juré et une à Verrières. Elles sont égalemeut alcalino-gazeuses, et celle de Verrières est spécialement assimilée à celle de Saint-Priest. Aucune d'elles n'est exploitée, et une seule, la principale de Juré, a été captée à l'aide d'un puits.

Leur température est celle du sol de 13° centigr. Comme les sources de Duivon et de Saint-Priest, elles appartien-

nent à l'une des régions du terrain anthracifère le plus sillonné de filons porphyriques, en sorte qu'il serait difficile de dire si elles doivent leur existence à ces filons ou aux failles NO-SE du système du Morvan.

Verrières. — Cette eau n'est pas exploitée, sa température est de + 13 degrés centigr.

Juré. — Quatre sources existent à Juré, aucune n'est exploitée. Leur température est de + 13 degrés centigr.

Sources sortant de la faille qui borne à l'ouest le massif granitique du Beaujolais.

Saint-Galmier. — L'eau de Saint-Galmier est la plus remarquable ou du moins celle dont l'usage est le plus répandu. Elle est alcalino-saline et gazeuse comme Sail-sous-Couzan. On peut en boire à discrétion sans inconvénient, on la recherche comme boisson rafraîchissante pour la mêler au vin. Sous ce rapport on la préfère à celle de Couzan parce qu'elle est plus saline et moins chargée de carbonates alcalins. On nomme la source Fontfort, comme beaucoup d'autres. Elle est placée au niveau de la Coize et sort de la faille qui limite le granite du Beaujolais du côté du Forez.

Montrond. — L'eau de Montrond est la source la plus gazeuse de canton de Saint-Galmier. Elle a été captée à 502 mètres de profondeur, le 23 septembre 1881, en faisant des recherches géologiques. C'est la source thermale la plus profonde que l'homme ait amenée à la surface.

Montrond est un village de Meylier-Montrond, canton de

Saint-Galmier, arrondissement de Montbrison, dont il est distant de 15 kilomètres.

Fournet, de Lyon, dans ses études géologiques sur le bassin houiller de la Loire, avait affirmé la communication des couches carbonifères de la région de Saint-Étienne avec celles de Roanne, ou mieux du plateau de Neulize.

M. Laur, ingénieur civil des mines, s'appuyant sur les idées de Fournet et sur des études particulières, entreprit un sondage dans un point intermédiaire entre les deux bassins. Le forage à la profondeur de 475 mètres livra passage à une nappe d'eau jaillisante ; poussé jusqu'à 502 mètres, il amena une colonne liquide qui s'éleva à 32 mètres au-dessus du sol, phénomène dû à la pression considérable exercée par le gaz acide carbonique dans la nappe d'eau souterraine.

La quantité considérable de ce gaz libre, en présence des 4 gr. 750 de bicarbonate de soude, en fait une des sources alcalines les plus précieuses, et la rapproche de Vals et Vichy.

Sa saveur est rendue aigrelette par la présence de l'acide carbonique ; styptique, par celle du fer, mais sans mauvais goût.

Les éléments auxquels elle doit son action, sont : le bicarbonate de soude, l'acide carbonique, le protoxyde de fer.

L'eau de Montrond combat assez efficacement les diverses formes de dyspepsie, l'entéralgie ; sa minéralisation est suffisamment élevée, sa thermalité la rend tolérable même par les estomacs débilités.

Les formes diverses des maladies que l'on y traite sont celles que nous connaissons déjà ; nous devons ajouter que les maladies douloureuses de l'utérus y sont spécialement traitées par l'acide carbonique, qui, à ses propriétés anesthésiques, joint d'être antiputride et excitant local direct.

C'est encore, grâce à la présence de ce gaz, que l'on com-

bat avec succès les vomissements nerveux. Des bains à eau courante viennent favoriser le traitement par les douches, à toute température et à toutes pressions.

Le goût légèrement sulfureux et bitumineux n'est que le résultat de la haute minéralisation de l'eau et l'indice certain d'un puisement à grande profondeur.

Les sulfates y sont peu nombreux; un dépôt ocreux y existe à l'état de suspension et se précipite fréquemment dans les bouteilles au repos.

Voici une analyse de l'eau de la source du Geyser-Montrond, analyse officielle faite par l'école des Ponts-et-Chaussées.

Par l'évaporation, l'eau de Montrond laisse un résidu ayant par litre la composition suivante :

Acide sulfurique	0gr006
Chlore	0 048
Silice	0 047
Peroxyde de fer	0 020
Alumine	0 002
Chaux	0 043
Magnésie	0 027
Soude	1 881
Potasse	0 016
Acide carbonique	1 360
Résidu total	3 450
Acide carbonique libre	3 180
Total général	9 630

Coupon des éléments groupés trouvés à l'analyse de l'eau de Nontrond

Bicarbonate de soude.....	4gr32164
Bicarbonate de chaux.....	0 11057
Bicarbonate de potasse.....	0 03092
Bicarbonate de magnésie.....	0 08640
Bicarbonate de protoxyde de fer.	0 04000
Alumine.....	0 00200
Chlorure de sodium.....	0 07913
Sulfate de soude.....	0 01065
Silicate de soude.....	0 09583
Acide carbonique libre.....	3 1800
Total. ..	7 95714

L'ingénieur en chef, Directeur du labotoire.
Durand Claye.

Eaux minérales des Terrains tertiaires

Les eaux minérales des terrains tertiaires, au moins dans les pays de plaines non volcanisés, sont rarement énergiques et presque toujours peu abondantes et non gazeuses, hormis le cas où le dépôt tertiaire a une puissance faible et repose directement sur les terrains anciens, de transmission ou éruptifs. Généralement elles sont un peu sulfureuses ou ferrugineuses et renferment divers sulfates.

L'une des mieux connue de cette classe, dans le département de la Loire, est celle de Roanne. On l'a découverte en 1836 dans une prairie humide et basse, située entre la Loire et le Renaison. L'eau est limpide, froide, d'une saveur ferrugineuse, avec faible odeur d'hydrogène sulfuré. A l'air, elle se couvre, comme toutes les sources ferrugineuses, d'une

péllicule irisée qui se transforme à la longue en un dépôt ocreux et gélatineux d'apocrénate de fer. L'hydrogène sulfuré provient de la réaction de l'acide crénique sur les sulfates que renferme la source.

En voici l'analyse, par Barruel:

Hydrogène sulfuré.....	traces.
Acide carbonique.....	quantité indéterminée
Sulfate de sodium.....	0gr0073
Chlorure de sodium.....	0 0062
Carbonate et crénate de sodium.....	0 0007
Acide crénique.....	0 0559
Protoxyde de fer.....	0 0147
Magnésie.....	0 0098
Chaux.....	0 0031
Total...	0 0977

Emploi de cette eau: Atonie des viscères abdominaux.

Feurs. — L'eau de Feurs, située au centre de la plaine du Forez, sort du milieu d'un champ dans le domaine des Quatre, à 1 kilomètre au sud-est de Feurs. La surface du sol est couverte d'alluvions, mais le terrain tertiaire s'y rencontre à moins d'un mètre.

L'eau est limpide, froide, ferrugineuse et sulfureuse, mais sa saveur et son odeur sulfureuse prouvent que le fer et l'hydrogène sulfuré doivent y être plus abondants que dans celle de Roanne.

Elle dépose à l'air des flocons gélatineux d'apocrénate de fer; les effets diffèrent peu de ceux de la source de Roanne.

La plaine tertiaire de Roanne renferme deux autres sources salines contenant des sulfates et de l'hydrogène sulfuré,

ce sont les eaux de Chatard et d'Origny, sur les bords de deux faibles ruisseaux qui se rendent dans le Renaison à l'ouest de Roanne. Elles ne sont guère utilisées que par les habitants des Villages les plus voisins sous formes de boissons contre la scrofule et les affections cutanées.

Enfin, on cite deux autres sources analogues, non exploitées, dont l'une est située dans la commune de Perreux (plaine de Roanne), sur les bords du Rhodon. Elle dépose de l'oxyde de fer ; l'autre dans la commune de Saint-Cyprien (plaine du Forez), non loin de la Loire.

Cette dernière surtout paraît insignifiante.

Enfin, Saint-Romain-le-Puy : cette eau naît au pied de la butte basaltique de Saint-Romain-le-Puy, non loin de la route qui conduit de Saint-Étienne à Montbrison.

Elle renferme, par litre :

Acide carbonique libre	1gr710
Bicarbonate de soude	3 010
— de potasse	0 450
— de magnésie	0 640
— de chaux	0 540
Manganèse	traces
Chlorures de sodium et de magnésium	0 170
Iodure alcalin	sensible
Silicate de soude	0 160
Principe arsénical	Indices
Silice, alumine, phosphates	0 040
Matières organiques	Indéterminées.
Total	4 468

(O, Henry, 1878).

Notons en passant sa richesse en bicarbonates alcalins qui

en fait une des sources les plus appropriées au traitement des affections du tube digestif.

Renaison. —Source froide, émergeant de fentes du granite; elle est surtout exportée. Sa richesse en acide carbonique libre permet de recueillir ce gaz et de l'utiliser dans la confection des eaux gazeuses artificielles et limonades. Elle se rapproche beaucoup de l'eau de seltz qu'elle remplace souvent.

III.— Département de la Haute-Loire. — Description géologique du département (1).

La Haute-Loire est un des départements les plus accidentés du plateau central de la France.

Formé de trois parties de l'ancien Languedoc: le Velay, le Vivarrais, le Gévaudan, ainsi que d'une fraction du Forez et de la Basse-Auvergne, il est environné par de hautes montagnes. Les Cévennes qui le circonscrivent à l'Est et au Midi, la Margeride à l'Ouest, les contreforts de l'Auvergne et du Forez au Nord.

Deux cours d'eau importants le traversent, la Loire et l'Allier, qui reçoivent un grand nombre d'affluents formant tous des vallées profondes et d'aspects variés.

Les terrains primaires y sont constitués par la roche granitique nue et le terrain granitique ordinaire, sur les deux cinquièmes du département environ.

Le granite porphyrique, à gros grains de feldspath, se rencontre sur les deux rives de l'Allier, dans les communes de Monistrol et de Saint-Privat. Le gneiss et la serpentine y ont des représentants. Le micachiste domine sur la rive gau-

(1) Hippolyte Malègue : *Guide du touriste dans la Haute-Loire.*

che de l'Allier, dans les cantons de Langeac, Lavoûte-Chiliac et Pinols.

Le quartz en roche y est peu abondant, ainsi en est-il des amphibolithes et des fibrolithes.

Les terrains secondaires ou mieux les dépôts les plus inférieurs des tertiaires sont représentés par des formations de grésou arkoses, quelques grès houillers, quelques grès rouges et gris, quelques gisements de kaolin, de fer oxydé, de baryte; des filons de fluorine, d'antimoine, etc.

Les terrains tertiaires sont nombreux dans la Haute-Loire, surtout dans l'arrondissement du Puy et aux environs du chef-lieu.

Ils sont constitués par des *argiles marneuses bigarrées*. improprement dites sans *fossiles*, des *argiles à poterie*, des *marnes à infiltrations spathiques*.

Par des marnes siliceuses, des gypses, du calcaire marneux; les terrains *plutoniques* ou terrains volcaniques, se subdivisent en roches *trachytiques*, *phonolithiques* et *basaltiques*.

Les sources d'eaux minérales de la H^te^-Loire (1)sont assez nombreuses et appartiennent au groupe des eaux alcalines, acidules et gazeuses, mais aucune n'est thermale ni sulfureuse. Les unes sourdent dans les terrains granitiques, les autres dans les terrains tertiaires, mais il y a lieu de croire qu'elles viennent toutes de formations primordiales. M. Ruelle, payeur du département, s'est occupé de l'analyse de ces eaux : il a remarqué que toutes renferment, au nombre de leurs éléments minéralisateurs : des carbonates de chaux, de magnésie, de soude et de fer ; des sulfates de chaux et de magnésie, du chlorure de sodium et beaucoup de gaz acide carbonique libre.

Leur faible minéralisation indique qu'elles n'ont que de légères propriétés médicales. Les plus connues sont :

(1) *Annales de la Société d'Agriculture*, arts, sciences et commerce du Puy, t. II, 1827.

Les *Estreys*, commune de Polignac, sur la rive gauche de la Borne.

Les *Salles*, aujourd'hui source des Rosières, commune du Brignon, sur la Loire.

Les *Pandraux*, commune de Lantriac, sur un petit affluent de la Gagne.

Margeaix, actuellement Serville, commune de Beaulieu.

Laprat, près Saint-Julien-d'Ance, sur l'Ance.

La Soucheyre, canton de Craponne.

Coubon, sur la Loire.

Andrueiols, commune de Saugues, sur la Seuge.

Prades, sur un petit affluent de l'Allier.

Paulhac, canton de Brioude.

Fay-le-Froid, environs de Fay.

Toutes ces sources surgissent au bord et au niveau du lit des rivières qu'elles avoisinent; il est à remarquer que, pour peu que les eaux grossissent, les fontaines deviennent inabordables aux buveurs, principalement celles qui sont sur la Loire. (Description statistique de la Haute-Loire par Déribier p. 61 1824). Quatre renferment des traces de fer, ce sont les eaux de Serville, des Salles ou eau des Rosières, des Estreix et des Pandraux.

Serville. — L'eau de Margeaix ou eau de Serville est située dans le canton de Vorey, au N-E et à trois lieues du Puy, sur la rive droite et au bord de la Loire. Elle est surtout riche en bicarbonates alcalins, parmi lesquels les bicarcarbonates de soude et de magnésie dominent. Elle contient encore du chlorure de magnésium, du sulfate de chaux et de soude, de l'oxyde de fer. La quantité du gaz acide carbonique libre peut être évaluée au 1/12 du volume de l'eau.

Eau des Salles.—Cette eau minérale sourd sur la rive gauche de la Loire, dans la commune du Brignon, à trois lieues

et au Sud du Puy. Elle doit sa minéralisation à la présence du bicarbonate de soude, qui y existe en quantité apprécia-ble. On y trouve aussi du carbonate de chaux, des chlorures de sodium et de magnésium, du sulfate de chaux, de l'oxyde de fer, de la silice en faibles proportions ; on peut évaluer la quantité de gaz acide carbonique au 1/8 du volume de l'eau.

Estreix. — Située dans un vallon resserré, sur la droite et à soixante pas environ de la Borne, à une lieue ouest nord-ouest du Puy, elle n'est guère moins riche que celle des Salles. La quantité des principes fixes qu'elle tient en dissolution est la suivante :

Résidu fixe par litre d'eau. . .	2gr2110
On a dosé par litre d'eau :	
Acide carbonique.	1 4456
Acide chlorhydrique.	0 5614
Acide sulfurique.	0 0515
Silice	0 0500
Oxyde de fer.	0 0200
Chaux	0 2075
Magnésie	0 1006
Potasse.	traces
Soude	0 8305
Matières organiques.	» »
Total. . .	3 2671

Analysée au bureau d'essai de l'école des mines le 21 mars 1872.

Pandraux.—L'eau des Pandraux tire son nom d'une ferme, près de laquelle elle est située, dans la commune de Lantriac ; à deux lieues et au sud-est du Puy, au fond d'une gorge très étroite. Elle est beaucoup moins abondante en principes fixes qu'aucune des trois autres. Les sels qu'on y

trouve sont : le bicarbonate de soude, le carbonate de chaux, le sulfate de soude, l'oxyde de fer.

Le gaz acide carbonique libre, y existe en assez grande quantité ; on peut l'estimer au 1/9 du volume de l'eau.

L'analyse ayant démontré la presque identité de composition de ces quatre sources, il est évident que les caractères physiques seront les mêmes. L'eau de ces sources est très claire, très limpide, incolore et inodore. Elle laisse voir, dans les parties libres et exposées à l'air, une mince pellicule irisée de nature ferrugineuse. Elle a une saveur fraîche et agréable, légèrement aigrelette, qui offre une frappante analogie avec l'eau de Pyrmont ou l'eau de seltz.

La nappe d'eau est sans cesse agitée par de nombreuses bulles de gaz acide carbonique qui viennent crever à la surface.

Ce sont des eaux excitantes, apéritives et diurétiques. Par leur action sur la muqueuse gastro-intestinale, elles sont digestives, toniques et reconstituantes.

La Soucheyre. — Il existe près du hameau de la Soucheyre, canton de la Chaise-Dieu, plusieurs sources d'eaux minérales, paraissant avoir une origine commune, qui sourdent dans un terrain granitique appartenant par la simplicité de sa composition, à la formation généralement reconnue comme la plus ancienne.

Sur les trois principaux points où ces eaux se montrent avec le plus d'abondance, les propriétaires ont construit des réservoirs qu'ils ferment à clef, afin d'en tirer un certain tribut. Deux de ces sources ont été abandonnées depuis quelque temps ; la troisième, qui paraît la plus considérable, se trouve placée entre deux autres.

Le bassin qui la renferme est de forme ronde, et fermé par une porte dont le seuil, placé à deux pieds au-dessus du

niveau de l'eau, oblige les buveurs à descendre dans le bassin pour la puiser. Sur toute sa surface et principalement sur les bords, ou observe un bouillonnement continuel occasionné par la grande quantité d'acide carbonique qui s'en dégage sous la forme de grosses bulles qui viennent crever à la surface. D'après M. Berthier, «l'acide carbonique existe en telle quantité que l'eau ne doit d'arriver à la surface du sol qu'à l'effet de la compression qu'elle éprouve de la part du gaz carbonique dans le laboratoire souterrain où elle se forme» (Voir *Annales de Chimie et de Physique*, janvier 1822).

L'odeur de ces eaux est presque nulle, leur couleur un peu louche et leur transparence imparfaite, leur saveur est acidule et piquante, elles laissent dégager beaucoup de bulles lorsqu'on les agite.

La quantité des principes dissous est tellement faible que l'on peut affirmer que le trajet qu'elles parcourent dans l'intérieur de la terre n'est ni calcaire, ni volcanique; car dans ce cas l'acide carbonique, qui est un des grands dissolvants de la nature, aurait infailliblement dissous et entraîné avec l'eau une plus grande quantité de substances terreuses et alcalines.

Quant à leurs propriétés médicinales, elles ne doivent être basées que sur l'acide carbonique qu'elles contiennent, les substances salines étant en trop petite quantité dans ces eaux pour avoir une influence marquée sur l'économie animale.

FIN.

Permis d'imprimer :
Montpellier, le 27 juillet 1886.
Pour le Recteur en congé,
Le Doyen de la Faculté de droit délégué,
VIGIÉ.

Vu :
Pour le Directeur en congé,
L'Assesseur délégué,
JEANJEAN.

LISTE DES PRÉPARATIONS

Hydrate ferrique.

Sulfate de fer.

Sulfate de soude.

Arséniate de soude.

Arséniate de cuivre.

Iodure de potassium.

Acide sulfurique.

Acide chlorhydrique.

Acide arsénique.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

Raulin. — Traité analytique des eaux minérales, t. II, chap. XIII, 1774.

Desbrest. — Traité des eaux minérales de Chateldon, Vichy, etc., 1778.

Richard de la Prade. — Analyse des eaux minérales du Forez, 1778.

H. Patissier. — Manuel des eaux minérales de la France, 1818.

Saint-Pierre. — Essai sur l'analyse des eaux minérales, 1809.

Monnet de Champeix. — Précis de l'examen des eaux minérales de Beaulieu en Auvergne, lu à la Société royale des sciences et belles-lettres de Clermont-Ferrand (*Journal de médecine*, mai 1764, p. 421).

Boucomont. — Eaux minérales d'Auvergne.

Ferdinand Rouget. — Eaux minérales et bains de mer, 1873.

Fonssagrives. — Traité de matière médicale, 1886.

Wurtz. — Dictionnaire de chimie.

Annales de la Société d'Agriculture, Arts, Sciences et Commerce du Puy, 1827.

Hippolyte Malègue. — Statistique générale et guide du Touriste dans la Haute-Loire.

J.-Léon Soubeiran. — Traité de minéralogie, de géologie et d'hydrologie, 1878.

Jungfleisch. — Manipulations de chimie.